

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ

На правах рукописи

МЯКВНЬКИЙ Вячеслав Валентинович

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА УСТОЙЧИВОСТИ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ИХ
ЭКСПЛУАТАЦИИ

05.15.04.-" Шахтное и подземное строительство"

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск

1996



ДВ 34.907

Диссертация представлена в форме рукописи

Работа выполнена в Государственной горной академии Украины

Научный руководитель

докт. техн. наук, профессор

Шашенко Александр Николаевич

Официальные оппоненты

академик Академии

горных наук Украины,

докт. техн. наук, профессор

Усаченко Борис Миронович

директор шахты "Западнодонецкая"

ПО "Павлоградуголь",

канд. техн. наук

Халимендик Юрий Михайлович

Ведущее предприятие

Днепропетровский государственный институт

проектирования шахт (ДнепроГИПРОШАХТ)

Защита диссертации состоится "21" июня 1996 г.
в 09:00 ч на заседании специализированного совета Д03.06.03 в Государственной горной академии Украины (320027, г. Днепропетровск-27, пр. Карла Маркса, 19).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан "20" мая 1996 г.

Ученый секретарь

специализированного Совета,

доктор технических наук

И.А. Садовенко



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Ухудшающееся с глубиной состояние горных выработок и рост затрат на их поддержание свидетельствуют о несоответствии применяемых крепей и способов обеспечения их устойчивости горно-геологическим условиям их эксплуатации и характеру развития и протекания в горном массиве геомеханических процессов при ведении горных работ.

Существующие методы расчета крепей основаны, как правило, на использовании прочностных характеристик образцов пород, отобранных при ведении геолого-разведочных работ, и значений глубины заложения выработки.

Реальные горно-геологические условия проведения выработок в большинстве случаев отличаются от тех представлений, которые сложились на стадии разведки и на основе которых выполнено их проектирование. Это обстоятельство, в основном, отрицательно сказывается на состоянии горных выработок, что в период проведения и эксплуатации приводит к необходимости их ремонта или перекрепления.

В этой связи разработка методов прогнозирования устойчивости горных выработок на весь период их эксплуатации по результатам первоначальных наблюдений за смещением контура выработки является важной научной и практической задачей.

Исследования выполнены в рамках НИР Государственной горной академии Украины.

Целью работы является разработка методики прогноза устойчивости крепи подготовительных выработок, расположенных вне зоны и в зоне влияния очистных работ для выбора параметров крепи и рационального их расположения.

Научная задача работы состоит в разработке и исследовании математических моделей процесса смещения контуров крепи подготовительных выработок, расположенных вне зоны и в зоне влияния очистных работ, как основы для прогноза их устойчивости, выбора параметров крепи и рационального их расположения.

Основная идея работы заключается в использовании первоначальных наблюдений за смещением точек контуров и закономерностей протекания геомеханических процессов вокруг подготовительных выработок для выбора, оценки, корректировки параметров крепей и рационального их расположения.

Методы исследования. Поставленная в диссертационной работе цель достигнута путем применения методов анализа и обобщения литературных данных по исследованию устойчивости горных выработок, аналитических исследований геомеханических процессов сдвижения горных пород, формирования зон повышенного горного давления (ПГД) и разгрузки, смещения крепи подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ. Аналитические исследования

выполнены с привлечением методов математической физики, математической статистики, теории ошибок.

Научные положения, защищаемые в диссертации:

- при расположении горной выработки вне зоны влияния очистного пространства, смещения точек ее контура в первоначальный после его обнажения период и время их проявления являются комплексными показателями протекания геомеханических процессов в системе "вмещающий массив-контур выработки" и несут полную информацию о величине максимального смещения, времени его возникновения, общей закономерности процесса смещения на весь срок эксплуатации выработки;

- процесс смещения контура выработки в зоне влияния очистных работ начинается впереди забоя лавы в зоне формирования повышенного горного давления и совпадает по времени с началом процесса сдвижения горного массива; наиболее интенсивные смещения происходят позади забоя лавы и вызываются изменением знаков горизонтальных и вертикальных деформаций и перераспределением напряжений в горном массиве в период формирования зоны разгрузки;

- характер процесса смещения точек контура подготовительной выработки в зоне влияния очистных работ соответствует характеру процесса вертикальных сдвижений вмещающего горного массива, кривые смещения точек контуров выработок в зоне влияния лавы являются симметричными относительно точек перегиба, а их характер соответствует интегральной кривой Гаусса.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью поставленных задач, использованием апробированных методов математической физики, математической статистики и теории ошибок; удовлетворительной сходимостью результатов аналитических и натуральных исследований; адекватностью разработанных математических моделей с уровнем значимости 0,05 и оценкой их точности по критерию Фишера с доверительной вероятностью 0,95; результатами промышленных проверок и испытаний разработанных методов прогноза на шахтах Западного Донбасса.

Научная новизна работы:

1. Установлены закономерности и получена аналитическая зависимость смещения точек контуров подготовительных выработок от времени, прошедшего с момента их обнажения. Полученные закономерности позволяют на основе измерений смещений контура в первоначальный период после его проведения прогнозировать динамику устойчивости выработки на весь период ее эксплуатации.

2. На основе впервые установленного соответствия кривых смещений точек контуров подготовительных выработок в зоне влияния движущегося забоя лавы интегральной кривой Гаусса разработан способ определения местоположения точки начала и точки окончания, а также

длины зоны техногенного влияния очистной выработки на смещения контуров.

3. Впервые установлена закономерность влияния элементарного объема выработанного пространства на смещение точек контуров подготовительной выработки, на основе чего разработана математическая модель процесса смещения точек контуров выработок, расположенных в подрабатываемом и надрабатываемом массиве горных пород, учитывающая пространственное расположение подготовительной и очистной выработок, глубину разработки, физико-механические свойства вмещающих пород, углы сдвига, скорость подвигания забоя лавы и размеры очистной выработки.

4. Разработана обобщенная математическая модель процесса смещения точек контура подготовительной выработки, учитывающая смещения в первоначальный, после обнажения, период времени, смещения после подрывок почвы, а также техногенное влияние отработки лав, позволяющая оценивать динамику устойчивости выработки на весь срок ее эксплуатации при различных техногенных воздействиях.

Практическое значение работы:

1. Разработана инженерная методика прогноза смещений точек контуров выработки, расположенной вне зоны влияния очистных работ, корректировки параметров ее крепи. Она основана на использовании данных экспериментальных наблюдений за смещениями точек контура и времени их проявления в первоначальный после обнажения контура период.

2. Установлена взаимосвязь процессов сдвига горного массива, изменения его напряженно-деформированного состояния, смещения контуров и устойчивости крепи подготовительных выработок, на основе чего установлен механизм и закономерности изменения устойчивости их крепи в зоне влияния очистных работ.

3. Разработана инженерная методика прогноза смещений точек контура подготовительной выработки, попадающей в зону движущегося забоя лавы при ее подработке или надработке, что позволяет на стадии планирования горных работ выбирать рациональное местоположение подготовительных выработок относительно очистных и корректировать параметры их крепи.

Реализация работы. По результатам исследований разработана "Методика прогноза смещений и выбора параметров крепи подготовительных выработок", принятая к использованию на шахтах ПО "Павлоградуголь". Методика внедрена на двух проходческих участках шахты Юбилейная ПО "Павлоградуголь".

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на заседании научно-технического совета ПО "Павлоградуголь" в 1995 году и заседании техсовета шахты Юбилейная, на заседаниях кафедры СШ и ПС ГГАУ (1994, 1995, 1996 гг.).

П у б л и к а ц и и . По результатам вышесказанных исследований опубликовано пять печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, изложена на страницах машинописного текста, содержит 26 рисунков, 7 таблиц, библиографический список и 5 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

При сохранении существующих темпов добычи после 2000 года горные работы 70 шахт Донбасса достигнут глубины 1100-1350 м. С увеличением глубины разработки, соответственно, будет наблюдаться ухудшение условий поддержания горных выработок, что связано с увеличением нагрузок на крепь и осложнением горно-геологических условий, возрастанием величин смещений пород в выработках в 2,5-3 раза.

При очистной выемке угольных пластов развиваются процессы деформирования и сдвижения горных пород, перераспределения напряженного состояния с образованием зон повышенного опорного давления впереди забоя лавы и зон пониженного давления над и под выработанным пространством лавы. В эти зоны попадают подготовительные выработки, которые испытывают изменения напряженного состояния, что в значительной мере влияет на их устойчивость.

Существенный вклад в изучение геомеханических процессов горного массива и разработку методов, позволяющих повысить устойчивость выработок внесли С.Г.Авершин, А.Г.Акимов, А.Ф.Амусин, С.А.Батугин, И.В.Баклашев, А.Ф.Булат, Л.Н.Бульчев, Н.С.Бульчев, М.А.Выгодин, В.В.Виноградов, В.Т.Глушко, Н.М.Ершов, Ж.С.Ержанов, В.Н.Земисев, Н.М.Зоря, Ю.З.Заславский, М.П.Зборщик, А.Н.Зорин, М.А.Иофис, Ю.М.Карташов, Б.А.Картозия, А.М.Козел, В.Я.Кириченко, Д.А.Казаковский, И.В.Коротков, О.В.Колоколов, И.Г.Лисица, А.П.Максимов, А.Н.Медянцеv, Р.А.Муллер, Б.М.Усаченко, Л.Я.Парчевский, И.А. Турчанинов, В.И. Черняев, А.Н.Шашенко и др.

В трудах этих авторов решены важные вопросы поведения вмещающего выработку массива, изменения его напряженно-деформированного состояния, управления геомеханическими процессами в горном массиве, проведения, крепления и поддержания горных выработок при различных условиях их эксплуатации.

Устойчивость выработок тесно зависит от характера протекания геомеханических процессов во вмещающем породном массиве.

Для оценки устойчивости выработок разработаны критерии, которые различные авторы определяют по-разному: по отношению нагрузок на крепь к расчетному сопротивлению пород сжатию на контуре, по отношению величин смещений почвы-кровли и боков выработки, по отношению вертикальной и горизонтальной составляющих тензора напряжений вмещающего выработку массива, по отношению критического радиуса области пластических деформаций вокруг выработки к радиусу зоны упругого расширения пород и т.д.

Однако, в настоящее время при оценке устойчивости принимается конечное состояние выработок, т.е. не учитывается его изменение с момента обнажения контура на весь период эксплуатации. Это обстоятельство не позволяет установить динамику устойчивости выработки - сроки пребывания в устойчивом состоянии, момент перехода в критическое и время наступления запредельного состояния устойчивости.

Смещения контура выработки являются одним из основных параметров, характеризующих геомеханические процессы, протекающие в горном массиве, однако, в отличие от остальных, их можно регистрировать непосредственно в выработке без особых трудностей и затрат.

Поэтому, для оценки состояния выработки в различных горно-геологических условиях эксплуатации целесообразно принять коэффициент устойчивости, определяющийся из отношения величины критического смещения, различного для каждого вида вмещающих выработку пород, к величине текущего смещения контура выработки.

Величина критического смещения определяется из аналитических выражений, полученных А.Н.Шашенко при решении задачи о потере устойчивости выработок с пучащей почвой. Величину текущего смещения можно получать в результате планомерных экспериментальных наблюдений за процессом смещения контура выработки, либо прогнозируя этот процесс по результатам первоначальных наблюдений за его смещением.

$$K_{(t)} = \frac{U^*}{U_{(t)}} = C_v \left(0,5 - \frac{(1 + C_v^{-0,4})^2 \ln(1 + C_v^{-0,4})}{U_{(t)} (1 + C_v^{-0,4})^2 - 1} \right), \quad (1)$$

В этой связи разработка методики прогноза процесса смещений контура выработки на весь период ее эксплуатации для оценки ее устойчивости и оперативной корректировки параметров крепи, является актуальной задачей.

Исходя из анализа состояния вопроса и выполненных исследований в работе поставлены и решены следующие основные задачи:

- обобщить результаты наблюдений за смещением контуров подготовительных выработок, не подверженных влиянию очистных работ;
- разработать методику прогноза смещений контуров подготовительных выработок, основанную на первоначальных, непосредственно после их обнажения, наблюдениях за протеканием геомеханических процессов в системе "вмещающий массив-обнажение-крепь";
- на основе разработанной методики прогноза смещений контуров выработки предложить рекомендации по выбору и корректировке параметров крепи, соответствующей горно-геологическим условиям ее проведения;
- исследовать геомеханические процессы в системе "вмещающий массив-обнажение-крепь", установить закономерности смещения контура выработки в зоне влияния движущегося забоя лавы;

- разработать математические модели процессов смещения контуров подготовительных выработок, попадающих в зону техногенного влияния движущегося забоя очистной выработки.

На основе обобщения многочисленных шахтных экспериментальных исследований установлено, что процесс смещения контуров горных выработок носит временной характер и для первой, второй и третьей категории устойчивости пород является затухающим процессом.

С целью установления общего характера процесса смещения графики смещений трансформировались по отдельным парам реперов в единичные кривые. При статистической обработке полученных данных установлено, что уравнение смещения точек контура выработки, не подверженной влиянию очистных работ, в системе координат "время-смещение" можно представить как гиперболу общего вида. После определения параметров гиперболы в результате преобразования системы координат получено прогнозное уравнение процесса смещения точек контура выработки вне зоны влияния лавы.

$$U(t) = \frac{U_m t}{t + t_0} \quad (2)$$

где U_m - максимальное смещение контура выработки, мм;

t_0 - время, за которое смещение контура достигнет половины максимального, сут.

В зависимости от требуемой точности прогнозных величин смещений предложено несколько способов их определения:

- графический и аналитический способы прогноза смещений точек контура по двум экспериментальным наблюдениям за смещениями в первоначальный период его существования, которые используются для предварительной оценки параметров смещения;

- статистический способ прогноза смещений точек контура выработки по серии наблюдений за смещением в первоначальный период, позволяющий прогнозировать с необходимой точностью состояние крепи в любой период времени на весь срок эксплуатации выработки.

В практике проведения подготовительных выработок в сложных горногеологических условиях возникают случаи, когда одновременно с проведением необходимо производить ее подрывку на некотором удалении от забоя. Установлено, что смещения точек контура выработки после подрывки почвы носят, как и в первоначальный период после его обнажения, гиперболический характер.

Для этих случаев разработана математическая модель процесса смещений точек контура выработки для прогноза смещений в любой момент времени, учитывающая смещения от подрывок почвы.

$$U_{0...n} = \frac{U_m t}{t + t_0} + \frac{U_{m\Pi 1}(t - t_{\Pi 1})}{(t - t_{\Pi 1}) + t_{0\Pi 1}} + \dots + \frac{U_{m\Pi n}(t - t_{\Pi n})}{(t - t_{\Pi n}) + t_{0\Pi n}} \quad (3)$$

где $t_{п1}, t_{п2}$ - соответственно время, прошедшее от первоначального обнажения контура до первой и n -подрывки, сут.;

$t_{0п1}, t_{0п2}$ - соответственно время, за которое смещения после первой и n -подрывки достигнут половины максимальных смещений от этих подрывок, сут.

Полученное прогнозное уравнение позволяет для любого заданного периода времени t определять величины смещений точек контуров, время перекрепления выработки, а также время достижения максимальных смещений контура выработки.

Выполненные исследования процесса смещения точек контуров подготовительных выработок и установленные закономерности его протекания позволяют утверждать, что смещения точек контура горной выработки в первоначальный непосредственно после его обнажения период и время их проявления, являются комплексными показателями протекания геомеханических процессов в системе "вмещающий массив-обнажение-крепь" и несут информацию о величине максимального смещения, времени его возникновения, общей закономерности процесса смещения на весь срок эксплуатации выработки.

На основе разработанного статистического метода прогноза смещений точек контуров выработки предложена методика перспективной оценки и выбора новой крепи, в случае ее несоответствия горно-геологическим условиям проведения и эксплуатации.

Устойчивость подготовительных выработок находится в тесной зависимости от геомеханических процессов, протекающих вдвигающемся горном массиве при очистной выемке пластов.

Наиболее широкие комплексные исследования геомеханических процессов и смещений крепи в зонах влияния отработки пластов при различных горногеологических условиях были выполнены Л.Я.Парчевским, А.Н.Зориным, В.С.Кулиничем, Б.М. Усаченко, В.Я. Кириченко, А.В. Шмиголем, Ю.М. Халимендиком на шахтах Западнo-го Донбасса, К.В.Кошелевым в Донбассе.

Анализ выполненных исследований геомеханических процессов в массиве горных пород позволил установить следующее.

В процессе смещения контура выработки, попадающей в зону влияния движущегося забоя лавы, наблюдается три стадии:- стадия постепенного нарастания смещений;- стадия интенсивных смещений;- стадия постепенного затухания смещений;

Рассматривая в целом процесс смещения контура выработки, подверженной влиянию очистных работ, можно заключить, что качественно он соответствует характеру вертикальных сдвижений массива в сторону пласта. Начинаясь впереди забоя лавы в зоне формирования повышенного горного давления, наиболее интенсивное смещение контура наблюдается в период резкого уменьшения напряжений по нормали к пласту и увеличение напряжений в плоскости пласта. Заканчивается

смещение контура в период затухания процессов сдвигения пород напряжений массива и всех геомеханических процессов.

Для установления общего вида, качественной оценки и сопоставления экспериментальных кривых смещения контурных реперов, полученных в различных горно-геологических условиях, они трансформировались в единичные безразмерные кривые.

По результатам выполненной таким образом обработки числовых массивов получена безразмерная кривая смещений точек контура выработки.

Статистическая обработка полученных числовых массивов показывает, что трансформированные безразмерные кривые смещений точек контуров выработки в зоне влияния лавы являются симметричными относительно точки перегиба, а их вид удовлетворительно согласуется с интегральной кривой Гаусса.

Соответствие профиля динамической кривой смещения контура выработки интегральной функции Гаусса позволило применить гипотезу о единичном влиянии элементарного объема выработанного пространства для описания всего процесса поведения контура выработки в зоне влияния движущегося забоя лавы. Эта гипотеза основывается на известном в математической физике способе описания различных явлений с применением функции единичного влияния (источника).

В результате применения этой гипотезы разработаны математические модели процесса смещения точек контуров горных выработок, вызванного влиянием очистных работ:

для плоской задачи

$$U(x, z, t) = \frac{U_{mz}}{2} \{ \Phi[A(vt - d - x)] - \Phi[A(d - x)] \}, \quad (4)$$

для пространственной задачи

$$U(x, y, z, t) = 0,25U_{mz} \{ \Phi[Ac(vt - d - x)] - \Phi[Ac(d - x)] \} * \\ * \{ \Phi[Ac(S_2 + y)] + \Phi[Ac(S_2 - y)] \}, \quad (5)$$

где U_{mz} - величина максимального смещения точки контура выработки, расположенной на горизонте XOZ , определяемая экспериментальным или расчетным путем, м;

$A = \frac{5,013}{L}$ - постоянный параметр;

L - длина кривой смещения контура выработки (техногенного влияния лавы), м;

x, z - координаты контурной точки (репер) в сечении подготовительной выработки, подверженной техногенному влиянию лавы, м;

d - величина смещения точки перегиба кривой техногенного влияния забоя лавы, м;

S_2 - расчетный размер очистной выработки, м;

Φ - табличная интегральная функция Гаусса;

v - скорость подвигания забоя лавы, м/мес.;

t - момент времени, на который определяется смещение контурного репера, мес.

Модели справедливы для выработок, расположенных в плоскости разрабатываемого пласта, а также если они находятся в надрабатываемом или подрабатываемом массиве. При этом, в отличие от известных моделей, в качестве основных исходных параметров в них входят длина зоны техногенного влияния, углы сдвижения, длина лавы и скорость подвигания ее забоя, пространственное положение очистной выработки относительно рассматриваемого контура и фактор времени. Задача справедлива, когда подготовительная выработка пройдена до момента проведения разрезной печи и последующей отработки лавы.

Основными параметрами, оказывающими влияние на процесс смещения подготовительных выработок, попадающих в зону влияния лавы, является вертикальный и горизонтальный размеры зоны техногенного влияния очистной выработки.

В "Указаниях по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на шахтах СССР" (ВНИИМ, 1985) приведены безопасные высоты подработки $h_{БП}$ и надработки $h_{БН}$ (в нашем случае - расположения выработки), а также размеры охранных целиков, выше, ниже и дальше по пласту от которых обеспечивается сохранность крепи и устойчивость выработки при влиянии очистных работ.

Величины $h_{БП}$, $h_{БН}$ и L_0 являются функциями горно-геологических факторов, глубины расположения выработки, расчетного сопротивления пород сжатию на контуре выработки, угла падения пород, обрушаемости пород основной кровли и мощности разрабатываемого пласта. Примем эти величины в качестве основных линейных параметров, характеризующих размеры зоны, в пределах которой проведенные до начала очистных работ подготовительные выработки будут испытывать техногенное влияние очистных работ.

В результате обобщения и анализа принятых величин установлены качественно новые зависимости максимальных величин смещений контура выработки, расположенного на расстоянии Z от пласта и длины зоны техногенного влияния.

$$U_{mz} = U_m \frac{h_{БП} - z}{h_{БП}} \quad (6)$$

$$U_{mz} = U_m \frac{h_{БН} - z}{h_{БН}} \quad (7)$$

где $h_{БП}$, $h_{БН}$ - безопасные высоты, соответственно, подработки и надработки, выше и ниже которых обеспечивается устойчивость выработки и сохранность крепи, м;

$$L = 2L_0 + z(2Ctg\delta + Ctg\psi - Ctg\delta_0) + 20 \quad (8)$$

где L_0 - длина зоны вредного воздействия опорного давления, м;

δ_0 - граничный угол, град.;

ψ - угол полных сдвижений, град.;

z - расстояние по нормали от почвы подготовительной выработки до кровли очистной выработки при подработке и от кровли подготовительной до почвы очистной при надработке, м.

Для различных условий эксплуатации выработки разработана обобщенная математическая модель смещения контура горной выработки, учитывающая процессы формирования зоны неупругих деформаций в первоначальный период после обнажения контура, после подрывок почвы, техногенное влияние отработки смежных лав, время проведения выработки и формирования данного ее контура относительно времени отработки лавы.

$$U(t) = \frac{U_m t}{t + t_0} + \frac{U_{m\Pi}(t - t_{\Pi})}{(t - t_{\Pi}) + t_{0\Pi}} + \dots + \frac{U_{m\Pi n}(t - t_{\Pi n})}{(t - t_{\Pi n}) + t_{0\Pi n}} +$$

$$+ \frac{U_m}{4} \left\{ \Phi[A(\sqrt{t - t_{A1}}) - d - x] - \Phi[A(d - x)] \right\} * \\ * \left\{ \Phi[A(S_{21} + y)] + \Phi[A(S_{21} - y)] \right\} + \dots +$$

$$+ \frac{U_m}{4} \left\{ \Phi[A(\sqrt{t - t_{An}}) - d - x + a] - \Phi[A(d - x)] \right\} * \\ * \left\{ \Phi[A(S_{2n} + y - b)] + \Phi[A(S_{2n} - y + b)] \right\} \quad (9)$$

где x, y - координаты точки заданного контура, м;

a, b - координаты центра разрезной печи, м;

$t_{\Pi}, t_{\Pi 0}, t_{A1}, t_{An}$ - время, прошедшее от начала обнажения контура соответственно: до начала первой подрывки почвы в зоне расположения контура; n -подрывки; проведения разрезной печи первой лавы; n -лавы, сут.

Применение этой математической модели при планировании горных работ позволяет решать задачи проектирования новых схем вскрытия и подготовки шахтных полей глубоких горизонтов, обеспечивающие безремонтное поддержание подготовительных выработок за счет оптимизации пространственно-временных параметров ведения подготовительных работ относительно очистных.

На основе исследования вариантов схем расположения подготовительных выработок с использованием полученных зависимостей установлено, что безремонтное поддержание подготовительных выработок, проводимых в зоне влияния очистных работ обеспечивается путем вы-

бора такого времени и опережения забоем лавы забоя подготовительной выработки, чтобы суммарные смещения от действия всех влияющих факторов (обнажения контура, подрывки почвы и влияния лавы) не превышали величины критического смещения для данного вида пород вмещающего массива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации решена актуальная научная задача создания математических моделей и методов прогноза устойчивости крепи подготовительных выработок, расположенных вне зоны и в зоне влияния очистных работ, для выбора параметров крепи и рационального расположения подготовительных выработок.

В процессе выполнения диссертационной работы автором получены новые закономерности и соотношения, открывающие особенности протекания геомеханических процессов в горном массиве вокруг подготовительной выработки, в том числе, в зоне влияния движущегося забоя лавы.

1. На основе обобщения экспериментальных кривых смещений точек контуров подготовительных горных выработок вне зоны влияния очистных работ, пройденных в породах первой, второй и третьей категории устойчивости, установлен гиперболический характер смещения контура выработки во времени. Установлено, что смещения точек контура выработки и время их проявления в первоначальный, после обнажения контура период, являются комплексным показателем протекания геомеханических процессов в системе "вмещающий массив-обнажение-крепь" и несут полную информацию о закономерности смещения контура на весь период эксплуатации выработки, величине максимального смещения и времени его возникновения.

2. Разработан статистический метод прогноза смещений точек контура выработки по серии наблюдений в первоначальный, после его обнажения, период, позволяющий прогнозировать с необходимой точностью состояние крепи в любой момент времени на весь срок эксплуатации выработки, а в случае ее несоответствия горно-геологическим условиям оперативно принимать решение о замене крепи или изменении ее параметров.

3. На основе исследований устойчивости выработок в зоне влияния очистных работ, выполненных на шахтах Донбасса и Западного Донбасса, установлено, что начало смещений контура отмечается впереди забоя лавы в зоне формирования повышенного горного давления. Наиболее интенсивное смещение контура вызывается резким изменением деформаций и напряжений в массиве в период формирования зоны разгрузки и сдвига массива в сторону вынужденного пласта. Точки начала и окончания смещений контура выработки надежно определяются по величине максимального смещения и максимального наклона кривой смещения в точке ее перегиба.

4. Установлено, что смещения точек контуров подготовительной выработки в основном зависят от характера протекания геомеханиче-

ских процессов сдвижения, изменения напряженно-деформированного состояния пород в зоне движущегося забоя лавы. Характер кривых смещений точек контуров выработки соответствует характеру вертикальных сдвижений горного массива, а вид кривой смещения соответствует интегральной кривой Гаусса. На основе этого доказана возможность применения гипотезы о единичном влиянии элементарного объема вынужденного пространства для математического описания процесса смещения контуров подрабатываемых и надрабатываемых выработок.

5. Разработаны математические модели процесса смещения точек контуров горных выработок, вызванного влиянием очистных работ. В качестве основных исходных параметров при этом входят длина лавы и скорость подвигания ее забоя, пространственное положение очистной выработки относительно рассматриваемого контура и фактор времени.

6. Размеры зоны техногенного влияния очистной выработки на подготовительную зависят от глубины расположения выработки, угла падения пластов, коэффициента обрушаемости пород междупластья и расчетного сопротивления сжатию пород на контуре выработки.

7. Разработана обобщенная математическая модель, учитывающая смещения точек контура подготовительной выработки в первоначальный, после обнажения, период времени, смещения после подрывок почвы, а также техногенное влияние отработки лав. Применение ее позволяет выбирать место расположения выработок и время их проведения относительно пространственного положения и времени формирования очистной выработки для обеспечения их безремонтного поддержания.

Предложенные инженерно-технические решения прошли апробацию на шахте "Юбилейная" ПО "Павлоградтоль".

Основные положения и результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Мякенький В.В. Прогноз смещений контуров горных выработок // Днепроп. горн. ин-т.-Днепропетровск, 1992.-11 с.-Деп. в УкрИНТЭИ 25.08.92, №1324-Ук92.
2. Мякенький В.В., Мякенькая Е.В. Исследование геомеханических процессов и устойчивости выработок в зоне влияния очистных работ: Тез. докладов 3 научн.-техн. конф.-ДГТУ.-Донецк, 1995.-С.75.
3. Мякенький В.И., Мякенький В.В., Мякенькая Е.В. О реализации новых положений в теории сдвижения земной поверхности: Тез. докладов 3 научн.-техн. конф.-ДГТУ.-Донецк, 1995.-С.88.
4. Шашенко А.Н., Мякенький В.В. О смещении контуров горных выработок в зоне влияния очистных работ / Гос. горн. академия Украины.-Днепропетровск, 1995.-6с.-Деп. в ГНТБ Украины 25.04.95, №950-Ук95.
5. Шашенко А.Н., Мякенький В.В. Об основных параметрах, характеризующих процесс влияния очистных работ на устойчивость подготовительных выработок / Гос. горн. академия Украины.- Днепропетровск, 1995.-5с.-Деп. в ГНТБ Украины 13.04.95, №884-Ук95.

В опубликованных работах личный вклад соискателя заключается в следующем:

- [1,2,3] - постановка, решение задачи и анализ полученных зависимостей;
[4,5] - решение задачи и анализ полученных зависимостей.

RESUME

V.V.Myaikenky. Work out of methods of the prognosis development workings stability under different conditions of their exploitation.

The theses for the degree candidate of technical science on Speciality 05.15.04. "Mining and underground construction", The State Mining University of Ukraine, Dnipropetrovsk, 1996.

The theses has devoted to development of the mathematical models and methods of related to prognosis of the development work stability, which situated at the longwall work influence zones and out of them. These methods may be used for choosing of the yield timbering parameters and for their rational space placement under influence of the moving coal walls.

The result of investigations has been published in five articles.

The result of the work has been experimentally tested at a number of coal mines.

АНОТАЦІЯ

Мякенький В.В. Розробка методіки прогнозу стійкості підготовчих виробок у різних умовах їх експлуатації.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук по спеціальності 05.15.04.-шахтне та підземне будівництво, Державна гірнича академія України, Дніпропетровськ, 1996 р.

Розроблені математичні моделі та методи прогнозу стійкості підготовчих виробок, розміщених поза і у зоні впливу очисних робіт для вибору параметрів кріплення та раціонального просторового їх розміщення відносно рухаючихся забоїв впливающих лав.

Результати досліджень опубліковані в п'ятих статтях.

Здійснені експериментальна перевірка та промислове впровадження результатів роботи на ряді вугільних підприємств Західного Донбасу.

Ключові слова: втрата стійкості, зона непружних деформацій, зона техногенного впливу очисної виробки, процес зміщення контуру підготовчої виробки.

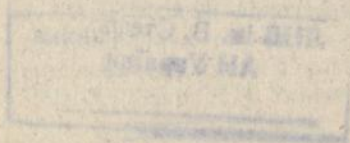
Мякенький Вячеслав Валентинович

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА УСТОЙЧИВОСТИ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ
ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

/ Автореферат /

Подписано в печать 23.04.96 г. Формат 60x84/16.
Бум. тип. №3 Офс. печ. Усп. печ. л. 1,7. Уч.-изд. л. 1,7
Тираж 100 экз. Заказ № 155а Бесплатно.

Ротапринт ГГА Украины, 320027,
Днепропетровск, пр. К. Маркса, 19



447692

AB 34.907
AB 34.907